

ENSINO DE ENGENHARIA 5.0 COM METODOLOGIAS ATIVAS: RELATO DE UMA PRÁTICA NA DISCIPLINA ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL

Mariannys Rodríguez Gasca, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília,
mariannys.rgasca@gmail.com

Sanderson Cesar Macedo Barbalho, Departamento de engenharia de produção,
Universidade de Brasília, scmbbr@yahoo.com.br

Renata Conciani Nunes, Departamento de engenharia de produção, Universidade de
Brasília, renata.conciani@unb.br

Resumo

Diante das rápidas transformações tecnológicas e sociais impulsionadas pela Quarta Revolução Industrial, a educação em engenharia vem passando por uma reconfiguração significativa. As exigências do mercado e da sociedade demandam profissionais não apenas com sólida formação técnica, mas também com competências socioemocionais, capacidade de inovação e atuação colaborativa. Este relato descreve a experiência pedagógica desenvolvida na disciplina "Organização Industrial", ministrada ao longo de seis semestres no curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília. A proposta metodológica integrou ensino híbrido, metodologias ativas e aprendizagem baseada em projetos em sala de aula, articulando conteúdos técnicos — como sistemas de produção, Indústria 4.0, tecnologias sustentáveis e modelagem de negócios — com práticas colaborativas e avaliação formativa. Os resultados indicam uma melhora significativa no engajamento dos estudantes, no desempenho acadêmico e no desenvolvimento de competências essenciais para a formação do engenheiro 5.0, como pensamento crítico, criatividade e colaboração. Além disso, a experiência favoreceu o aprofundamento em tópicos-chave relacionados à Indústria 4.0. A iniciativa mostra-se replicável e alinhada às demandas contemporâneas do ensino em engenharia.

Palavras-chave: ensino em engenharia, metodologias ativas, engenheiro 5.0.

1. Introdução

Ao longo dos anos, as revoluções industriais têm impactado e transformado os sistemas de produção por meio da introdução de invenções voltadas à sistematização e automatização do trabalho (Heidemann Lassen & Waehrens, 2021) (Heidemann Lassen & Waehrens, 2021). No entanto, o foco principal dessas inovações esteve centrado, por muito tempo, na produtividade. Com o surgimento da Indústria 4.0 (I4.0), tornou-se evidente que, para explorar plenamente o potencial dessas tecnologias, o centro das atenções deveria incluir a interação humano-tecnologia. Como consequência, emergiu o conceito de Indústria 5.0 (I5.0), que não substitui a I4.0, mas a complementa, enfatizando a colaboração entre seres humanos e máquinas, a personalização da produção, a sustentabilidade e o bem-estar humano (Grabowska et al., 2022; Xu et al., 2021)(Grabowska et al., 2022; Xu et al., 2021).

Nesse contexto, o impacto das transformações tecnológicas não se restringe ao setor produtivo, alcançando também a educação, especialmente em engenharia. A formação de engenheiros revela-se como uma demanda crítica para garantir que os futuros profissionais sejam capazes de operar e interagir com as tecnologias da I4.0, reduzindo a lacuna entre academia e indústria 5.0 (Straub et al., 2023)(Straub et al., 2023). Somam-se a esse cenário outras mudanças estruturais, como as provocadas pela pandemia da COVID-19 em 2020, que exigiram das instituições de ensino adaptações rápidas e profundas (Le et al., 2022)(Le et al., 2022). Apesar dos desafios, esse período acelerou a adoção de metodologias inovadoras, favorecendo, em muitos casos, o avanço na construção de uma formação mais integrada, digital e centrada, para capacitar engenheiros 5.0 (Mushtaha et al., 2022; Smith et al., 2021)(Mushtaha et al., 2022; Smith et al., 2021).

Para atender a essas novas exigências, diversas abordagens têm sido propostas. Por exemplo, (Arregi et al., 2025)(Arregi et al., 2025) fazem a análise do desenvolvimento de um conceito educativo para a formação na I5.0. Esse conceito propõe um modelo de design instrucional projetado para equipar futuros engenheiros com habilidades e conhecimentos por meio do desenvolvimento e implementação de conceitos de aprendizagem focados na gestão de operações dentro da cadeia de valor da mobilidade, considerando as transições digital e ecológica. Desde outra abordagem, (Suto et al.,

2025)(Suto et al., 2025) analisaram o desenvolvimento de competências em estudantes de engenharia por meio de um curso extracurricular inovador. Utilizando regressão PLS, avaliaram a relação entre conteúdos, métodos de ensino, perfil dos alunos e competências desenvolvidas. O estudo identificou fatores como análise de mercado, uso de *feedback* e pensamento financeiro como centrais na formação. Os resultados indicaram ganhos em habilidades interpessoais, estratégicas e financeiras, além de propor um modelo teórico para avaliar a educação empreendedora.

Por outro lado, (Gürdür Broo et al., 2022)(Gürdür Broo et al., 2022) apresentaram uma discussão sobre as recentes mudanças de paradigma no ensino de engenharia, que essencialmente enfatizam que as habilidades devem prevalecer sobre os diplomas para lidar com os desafios impostos pelas tendências da quinta revolução industrial. Nos referidos resultados, quatro estratégias são apresentadas, como aprendizagem ao longo da vida e educação transdisciplinar (1), sustentabilidade, resiliência e módulos de *design* centrado no ser humano (2), cursos práticos de fluência e gestão de dados (3) e experiências de interação homem-agente/máquina/robô/computador (4). (Lantada, 2020)(Lantada, 2020) propõe o conceito de *Engineering Education 5.0*, destacando a necessidade de formar engenheiros preparados para enfrentar os desafios da nova revolução industrial com foco em ética, sustentabilidade e bem-estar humano. Para isso, sugere quatro estratégias: aprendizagem ao longo da vida com educação transdisciplinar; inclusão de temas como sustentabilidade, resiliência e design centrado no ser humano; ensino prático de fluência e gestão de dados; e experiências de interação entre humanos e máquinas. (Saguy et al., 2025)(Saguy et al., 2025) identificaram estratégias como aprendizagem híbrida, aprendizagem baseada em projetos, colaboração interdisciplinar e estágios para atender às demandas educacionais futuras. A Análise de Componentes Principais destacou dois fatores-chave: desenvolvimento profissional, que inclui adaptabilidade, empregabilidade, habilidades sociais e aprendizagem; e educação voltada para o futuro, que inclui aprendizagem híbrida, revisões curriculares, integração nutricional e projetos de pesquisa.

Apesar do crescente número de iniciativas educacionais voltadas à formação de engenheiros para a Indústria 5.0 que integram tecnologias emergentes, sustentabilidade e pensamento estratégico, ainda é desafiador encontrar modelos pedagógicos que consigam

integrar de forma equilibrada o desenvolvimento de competências técnicas e habilidades humanas dentro de disciplinas curriculares. A experiência relatada nesta pesquisa se justifica por apresentar uma proposta metodológica que articula conteúdos técnicos — como análise de sistemas de produção, tecnologias emergentes e modelagem de negócios — com práticas colaborativas e avaliação formativa, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada, ativa e centrada no estudante. A experiência descrita foi desenvolvida na disciplina “Organização Industrial”, ofertada pelo departamento de engenharia de produção da universidade de Brasília (UnB) e integrada à matriz curricular obrigatória da graduação de diversas Engenharias da UnB.

Esta é conhecida por ser uma disciplina de serviço, ou seja, comum às engenharias da UnB de diversos *campi* e Faculdades. Atualmente, é ofertada pelo Departamento de Engenharia de Produção e neste curso, é optativa e o único pré-requisito é a disciplina de Probabilidade e Estatística ou equivalente. No entanto, é disciplina obrigatória nos cursos: Engenharia Mecânica, Engenharia Ambiental, Engenharia Mecatrônica, Engenharia Elétrica, Química Tecnológica, Engenharia Química e Engenharia Civil. Outros cursos que comumente cursam a disciplina, apesar da não-obrigatoriedade são: Engenharia de Redes e Comunicação, Química-Bacharelado, Engenharia de Computação, Engenharia de Produção e outros. Ela possui carga horária de 60h, sendo 15h de prática. Sua ementa abrange os seguintes conteúdos: Maturidade e valor em sistemas de produção; Estratégia de produção; Modelos de produção; Gestão da cadeia de suprimento; Custos e formação de preços; Engenharia econômica; Gestão da qualidade; Gestão de projetos; Planejamento e controle da produção.

Ao longo de seis semestres consecutivos (2022–2024), a disciplina foi conduzida com uma abordagem híbrida e baseada em projetos, combinando videoaulas assíncronas, encontros presenciais para aprofundamento e discussão, atividades em grupo e avaliações variadas. Além da construção do conhecimento técnico, o percurso pedagógico incorporou conteúdos atuais e estratégicos, como conceitos e aplicações da Indústria 4.0, tecnologias sustentáveis (*GreenTech* e *CleanTech*) e ferramentas de inovação, como o modelo de negócios *Canvas*. Essa estrutura progressiva permitiu que os estudantes não apenas compreendessem o funcionamento de sistemas produtivos complexos, mas também desenvolvessem ideias próprias, propondo soluções ou negócios com base nos

conhecimentos adquiridos — um reflexo direto da necessidade de formar engenheiros mais completos, criativos e preparados para atuar em cenários em constante transformação.

2. Descrição do problema

Embora a disciplina de Organização Industrial seja tradicionalmente voltada à compreensão dos sistemas produtivos, ainda persiste o desafio de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo, dinâmico e conectado às competências exigidas pela Indústria 5.0. Em muitos contextos, os conteúdos técnicos são abordados de forma fragmentada ou descolada da prática, dificultando o desenvolvimento de habilidades como pensamento sistêmico, criatividade, tomada de decisão e visão estratégica.

Além disso, a necessidade de integrar diferentes temas — como tecnologias emergentes, sustentabilidade, inovação e modelos de negócio — em uma única disciplina exige planejamento pedagógico estruturado e metodologias que promovam a participação ativa dos estudantes. Outro ponto crítico é equilibrar a aprendizagem individual com o trabalho colaborativo em um modelo híbrido de ensino, garantindo o engajamento e a compreensão profunda dos conteúdos por parte de todos os alunos.

Nesse contexto, o problema enfrentado foi: como estruturar uma disciplina de serviço de forma a integrar conteúdos conceituais e atualizados com metodologias ativas e ensino híbrido, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas e humanas de maneira equilibrada e contínua ao longo de múltiplos semestres?

3. Solução desenvolvida (percurso metodológico)

Para responder aos desafios identificados no ensino de disciplinas técnicas e promover o desenvolvimento de competências alinhadas à formação de engenheiros para a Indústria 5.0, foi estruturada uma proposta metodológica baseada na combinação entre ensino híbrido, metodologias ativas e aprendizagem baseada em projetos. Essa abordagem foi aplicada de forma contínua ao longo de seis semestres consecutivos (2022–2024) na disciplina “Organização Industrial”, ofertada pelo Departamento de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília.

A disciplina possui carga horária de 60 horas por semestre, sendo ministrada em encontros semanais de 4 horas-aula, que ocorrem em um único dia ou divididos em dois

blocos de 2 horas ao longo da semana, conforme a organização da turma e do calendário. Trabalhou-se em uma equipe de três docentes com três turmas de cerca de setenta discentes. A proposta pedagógica parte da estruturação dos conteúdos em etapas progressivas, com integração entre aulas teóricas, atividades práticas e desenvolvimento de projetos em grupo. A Tabela 1 apresenta um resumo visual das estratégias pedagógicas aplicadas ao longo da disciplina, destacando os conteúdos trabalhados e as ferramentas/metodologias utilizadas para promover o engajamento e a aprendizagem ativa dos estudantes.

Tabela 1 - Ferramentas de ensino utilizadas por conteúdo trabalhado na disciplina

Conteúdo trabalhado	Atividades antes da aula (assíncronas)	Atividades em sala de aula (presenciais/síncronas)
Sistemas de Produção	-Videoaulas assíncronas	-Planilha de análise (<i>Excel</i>)
	-Vídeos de casos reais	- Discussão presencial em grupo
	-Formulário <i>online</i>	- Apresentação de avanços por equipes
<i>GreenTech & CleanTech</i>	-Videoaulas assíncronas	-Aula presencial expositiva
		-Atividade interativa com exemplos reais
		-Debate sobre o tema
Indústria 4.0	-Videoaulas assíncronas	- Seminários em grupo sobre tecnologias I4.0
		-Aula explicativa
		-Desenvolvimento da ideia de negócio por grupo
<i>Canvas / Modelo de Negócios</i>	-Videoaulas assíncronas	- Aula para orientações e <i>feedback</i>
		-Apresentação final e <i>pitch</i>
		-Submissão em editais externos

Fonte: Autores.

As avaliações são realizadas da seguinte forma: entrega da planilha *Excel* do Diagnóstico de Sistemas de Produção, peso 30%; Apresentação do Seminário de Indústria 4.0, peso 20%, Entrega do *Canvas* e *pitch*, peso 20% e uma Avaliação Escrita Individual, peso 30%. Os questionários não são considerados no cálculo da média final da disciplina, no entanto, servem como forma de arredondamento para uma faixa de menção maior, caso haja essa possibilidade.

- *Introdução conceitual por videoaulas:* na primeira fase da disciplina, os estudantes são introduzidos aos fundamentos de sistemas de produção por meio de videoaulas assíncronas, que abordam oito tópicos principais. Após assistir aos vídeos semanais, os alunos participam de encontros presenciais, nos quais os conceitos são retomados, reforçados e aplicados em discussões com os colegas. Para contextualizar o aprendizado, os estudantes são organizados em equipes de até quatro integrantes e escolhem uma empresa — real, fictícia ou onde algum membro do grupo atue — que será objeto de análise ao longo do semestre. Essa escolha permite que os conceitos abordados sejam aplicados a uma realidade concreta e próxima dos alunos.
- *Aplicação prática por meio da planilha de análise:* a cada semana, os grupos preenchem uma planilha em *Excel* fornecida pelos docentes, que contém critérios específicos para cada tema tratado nas aulas. Essa planilha funciona como um roteiro de análise progressiva do sistema produtivo da empresa escolhida, promovendo a articulação entre teoria e prática. Durante os encontros presenciais, alguns grupos compartilham suas análises com a turma, estimulando o debate coletivo, o pensamento crítico e o aprendizado colaborativo.
- *Avaliação e engajamento com formulários online:* além das atividades presenciais e da planilha de diagnóstico, os estudantes devem preencher formulários *online* com perguntas relacionadas aos conteúdos das videoaulas. Esses instrumentos funcionam tanto para reforçar a fixação dos conceitos quanto como mecanismo de acompanhamento do engajamento individual dos alunos ao longo do curso.
Ao final dessa etapa, cada grupo apresenta um diagnóstico consolidado do sistema de produção da empresa analisada, demonstrando sua capacidade de interpretação, sistematização e aplicação dos conhecimentos adquiridos.

- *Apresentações e seminário:* As apresentações em grupo constituem um elemento central da metodologia da disciplina, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades de comunicação, análise e argumentação. Durante a primeira etapa do curso, dedicada ao estudo dos sistemas de produção, cada grupo realiza uma apresentação parcial sobre o sistema produtivo da empresa escolhida, com base na planilha de análise preenchida ao longo das aulas, e uma apresentação final do resultado do caso analisado. Essas apresentações são compartilhadas com a turma e geram momentos ricos de discussão, comparação entre diferentes contextos e aprofundamento conceitual.
- Na etapa seguinte, após a aula expositiva sobre I4.0, os grupos participam de um seminário temático, escolhendo uma das tecnologias que utilize I4.0 — como *Chatgpt*, *Nvidia*, *Raspberry pi*, 5G entre outras — para aprofundar e apresentar. Os seminários incluem contextualização teórica, exemplos práticos e reflexões sobre os impactos da tecnologia no ambiente industrial. Essa atividade promove a autonomia na busca por conhecimento, o trabalho colaborativo e a aplicação dos conceitos aprendidos em sala de aula a contextos contemporâneos.
- *Modelagem de negócio com o Canvas:* Este conteúdo é abordado com uma aula introdutória sobre o modelo de negócios *Canvas*. Com base nos aprendizados ao longo do semestre, os grupos elaboram uma proposta de produto, serviço ou melhoria organizacional associada à empresa analisada ou a uma ideia própria de negócio. Essa atividade é acompanhada pelo docente, que oferece orientações e devolutivas durante as aulas presenciais, permitindo o aprimoramento do modelo proposto. Em alguns semestres, essa etapa coincidiu com editais institucionais de empreendedorismo, como o Programa Ideiaz, o que incentivou os estudantes a submeterem suas ideias estimulando a criatividade e a proposição de negócios inovadores. Como resultados disto, alguns grupos já foram selecionados em diversos editais, de forma a dar continuidade na ideia de negócio. Alguns estudantes após a graduação, também deram continuidade em negócios desenvolvidos nesta disciplina.
- *Estratégia de avaliação e acompanhamento contínuo:* As avaliações da disciplina são compostas por uma prova individual, diagnósticos organizacionais em grupo, apresentações de seminários e entrega final da planilha e do modelo de negócio

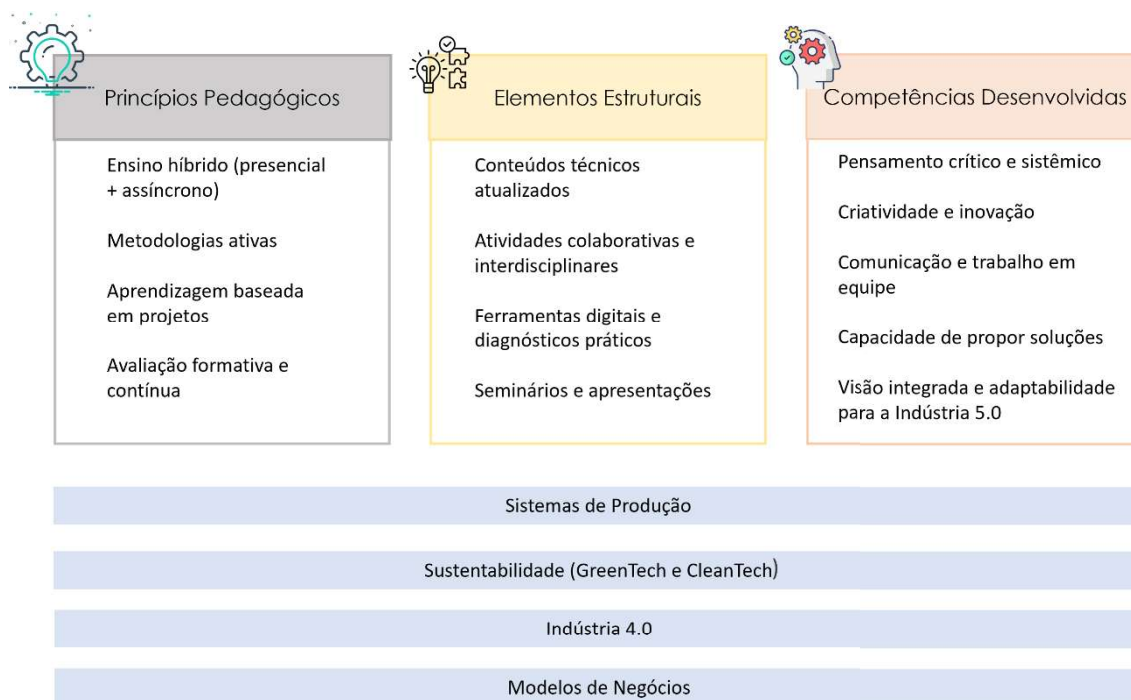
Canvas. Ao longo de todo o processo, os alunos recebem *feedback* parcial, comentários orais, ou reforço e acompanhamento contínuos da aprendizagem. Essa estrutura metodológica busca conectar o aprendizado técnico com o desenvolvimento de competências interpessoais, pensamento crítico, criatividade, colaboração e autonomia — habilidades essenciais para a formação de engenheiros capazes de enfrentar os desafios da I5.0.

- *Debate*: Na aula de *Greentechs/Cleantechs*, os alunos são iniciados no conteúdo com a videoaula assíncrona conceitual. Em sala de aula, são convidados à debaterem os temas abordados com a moderação do docente e incentivados a darem exemplos práticos de acordo com cada área de graduação, dado que, a turma é constituída de inúmeros cursos de áreas tecnológica ou não, sendo em sua maioria, cursos de engenharia.

4. Resultados obtidos

A proposta metodológica foi mantida de forma consistente entre as turmas, com boa aceitação por parte dos alunos. Todas passaram pelas mesmas etapas e componentes avaliativos, e observou-se um alto índice de participação nas atividades, bem como um desempenho acadêmico satisfatório. A Figura 1 apresenta uma estrutura abrangente que articula três componentes-chave para o *design* curricular e de treinamento: Princípios Pedagógicos, Elementos Estruturais e Competências Desenvolvidas. Esses componentes estão alinhados a quatro eixos temáticos fundamentais da disciplina ministrada: Sistemas de Produção, Sustentabilidade (*GreenTech* e *CleanTech*), Indústria 4.0 e Modelos de Negócios, que atuam como pilares do conteúdo do treinamento. Essa estrutura se mostrou eficaz para promover a educação técnica e profissional alinhada aos desafios da transformação digital, sustentabilidade ambiental e inovação em modelos de negócios.

Figura 1 – Resultado do marco conceitual metodológico da disciplina organização industrial



Fonte: Autores.

O uso de metodologias ativas e o foco na integração de competências técnicas e humanas contribuíram para uma aprendizagem mais contextualizada. Além disso, incentivaram a participação dos estudantes em editais externos de inovação, como o Programa Ideiaz, no qual alguns grupos das turmas analisadas tiveram seus projetos selecionados.

Durante todo o semestre, os estudantes foram incentivados a interagir com seus colegas de grupo para realizar as atividades propostas, o que favoreceu o desenvolvimento de competências como colaboração e trabalho em equipe. Como a disciplina era ofertada a estudantes de diferentes cursos de engenharia, a diversidade de perfis contribuiu também para o fortalecimento da habilidade de atuar em contextos multidisciplinares.

Outro ponto positivo observado foi a adoção de videoaulas assíncronas. Essa estratégia permitiu que os estudantes revisitassem o conteúdo quantas vezes desejassem, com mais flexibilidade de tempo e local. Essa tática também possibilitou melhor adequação do conteúdo por parte dos alunos, sobretudo, por estudantes laudados, pois dessa forma é possível assistir às aulas em velocidade mais lenta, repetir trechos incompreendidos e até mesmo pausar a aula para buscar o significado de termos desconhecidos. Apesar de parte

do conteúdo ser retomado em sala, o fato de já terem contato prévio com os temas permitia que o tempo presencial fosse aproveitado de forma mais eficiente, direcionado para dúvidas pontuais, aprofundamentos e discussões mais significativas.

As apresentações e seminários realizados ao longo do curso também se mostraram eficazes para o desenvolvimento da comunicação oral e da compreensão dos conceitos. A prática de “ensinar para aprender” — ao apresentar para os colegas — fortaleceu o domínio dos conteúdos e a segurança dos estudantes em relação aos temas trabalhados.

As diferentes entregas da disciplina funcionaram como instrumentos eficazes de avaliação e aplicação prática do conhecimento. Os formulários *online* atuavam como *quizzes* de fixação e engajamento. No entanto, ao longo dos semestres, com a criação do *ChatGPT* e um ano depois, o *Google Gemini*, percebeu-se que muitos estudantes começaram a utilizar essas ferramentas para responder aos questionários e o número de estudantes que vem utilizando, está crescendo cada vez mais. Logo, esse se tornou um desafio desse método.

Um ponto positivo na planilha de diagnóstico, é que ela permitia exercitar a análise de sistemas de produção com base em critérios reais; e o uso do modelo *Canvas* ofereceu aos alunos a oportunidade de estruturar ideias de negócios de forma integrada e criativa. Por outro lado, por serem trabalhos em equipe, uma possível dificuldade está em avaliar os estudantes de maneira individual. Por isso a importância da prova escrita individual ao final do semestre, com todo o conteúdo trabalhado.

A Figura 2 apresenta as primeiras 5 filas da tabela de dados com as informações que foram analisadas por cada semestre. A tabela contém o ID do estudante, ano e semestre acadêmico (2022/01, 2022/02, 2023/01, 2023/02, 2024/01, 2024/02), a menção final (SS=9,0 – 10, MS=7,0 – 8,9, MM=5,0 – 6,9, MI=3,0 – 4,9, II=0,1 – 2,9, SR=zero) e o tipo de prova utilizada (presencial ou online).

Figura 2 – Dados do histórico de avaliações da disciplina Organização Industrial.

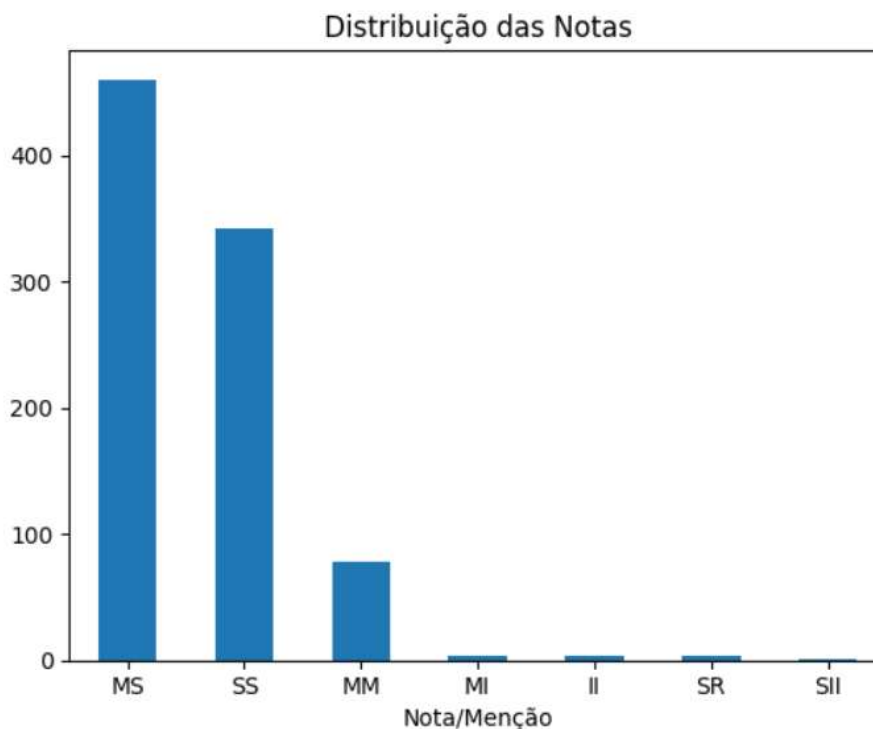
	ID	Semestre	Nota/Menção	Tipo de prova	
0	18012	****	2022/01	MS	Presencial
1	18013	****	2022/01	SS	Presencial
2	20006	****	2022/01	SS	Presencial
3	19004	****	2022/01	SS	Presencial
4	15013	****	2022/01	MM	Presencial

Fonte: Autores.

Aproximadamente 210 estudantes por semestre participaram da disciplina nesse período, divididos em três turmas de 70 estudantes, totalizam um total de 1260 alunos, no entanto, os dados analisados não correspondem ao total das turmas impactadas pela metodologia nesse período de tempo, já que os dados de algumas turmas não foram encontrados. O total da amostra analisada corresponde 890 estudantes que participaram da disciplina.

A Figura 3 apresenta a distribuição das menções finais atribuídas aos estudantes ao longo dos semestres analisados. Observa-se que a maior parte das avaliações concentrou-se nas menções MS (Muito Satisfatório) e SS (Superior Satisfatório), que juntas representam a ampla maioria dos registros. Em contraste, as menções MM (Mediano Satisfatório), MI (Mal Intermediário), II (Insuficiente Insatisfatório) e SR (Sem Registro/Zero) apresentaram ocorrências significativamente menores.

Figura 3— Distribuição das menções finais atribuídas aos estudantes.

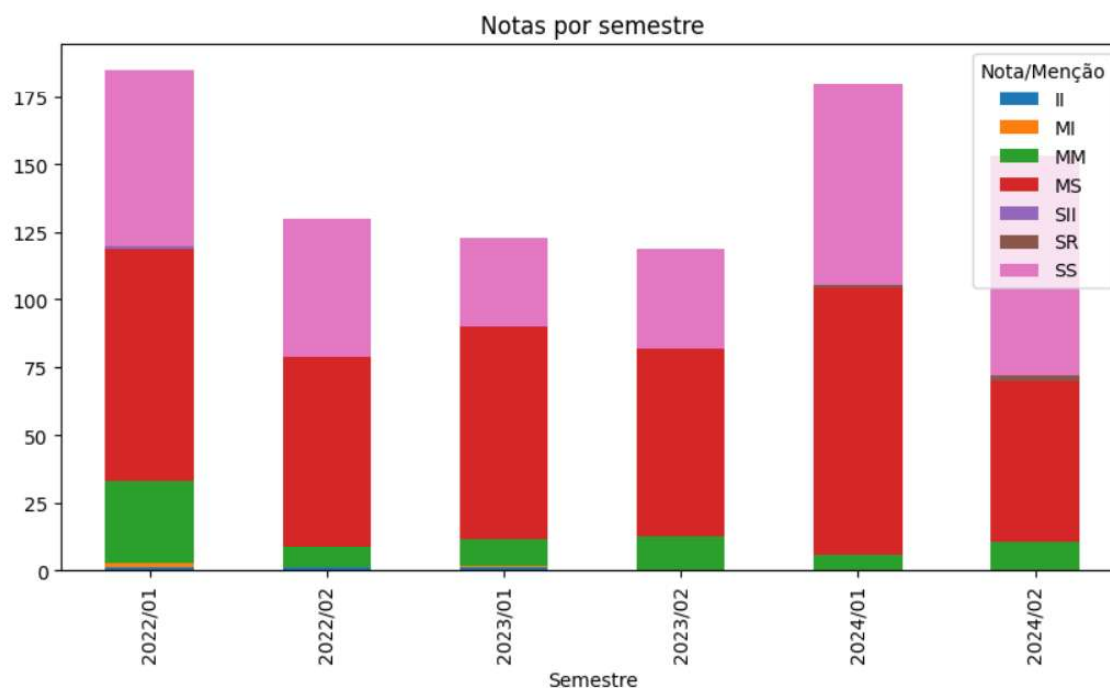


Fonte: autores.

Esses resultados sugerem um desempenho acadêmico predominantemente positivo, com a maior parte dos estudantes atingindo níveis satisfatórios ou superiores. A baixa frequência de menções negativas indica que falhas ou reprovações foram pontuais. Tal padrão pode refletir fatores como a adequação dos métodos de ensino, ou nível de preparo dos estudantes.

A Figura 4 apresenta a distribuição das menções por semestre, no período de 2022/01 a 2024/02. Nota-se que as menções MS e SS predominam em todos os períodos, compondo a maior parte dos resultados acadêmicos. As menções MM aparecem em menor proporção, enquanto as categorias de baixo desempenho (MI, II, SR) ocorrem de forma pontual e com frequência reduzida. Em termos temporais, o semestre 2022/01 apresenta o maior volume de registros, com concentração acentuada em SS e MS. Nos semestres seguintes (2022/02, 2023/01 e 2023/02) observa-se uma redução no total de menções, embora o padrão de predominância em SS e MS se mantenha. Por fim, em 2024/01 há um aumento expressivo no número de avaliações, novamente com forte concentração em menções positivas. Esses resultados sugerem consistência no desempenho estudantil ao longo dos semestres, caracterizado por alta frequência de menções satisfatórias e baixa

incidência de reprovações. Tal padrão pode refletir a estabilidade das práticas pedagógicas e a efetividade das estratégias de ensino aplicadas. =Figura 4– Distribuição das menções por semestre.

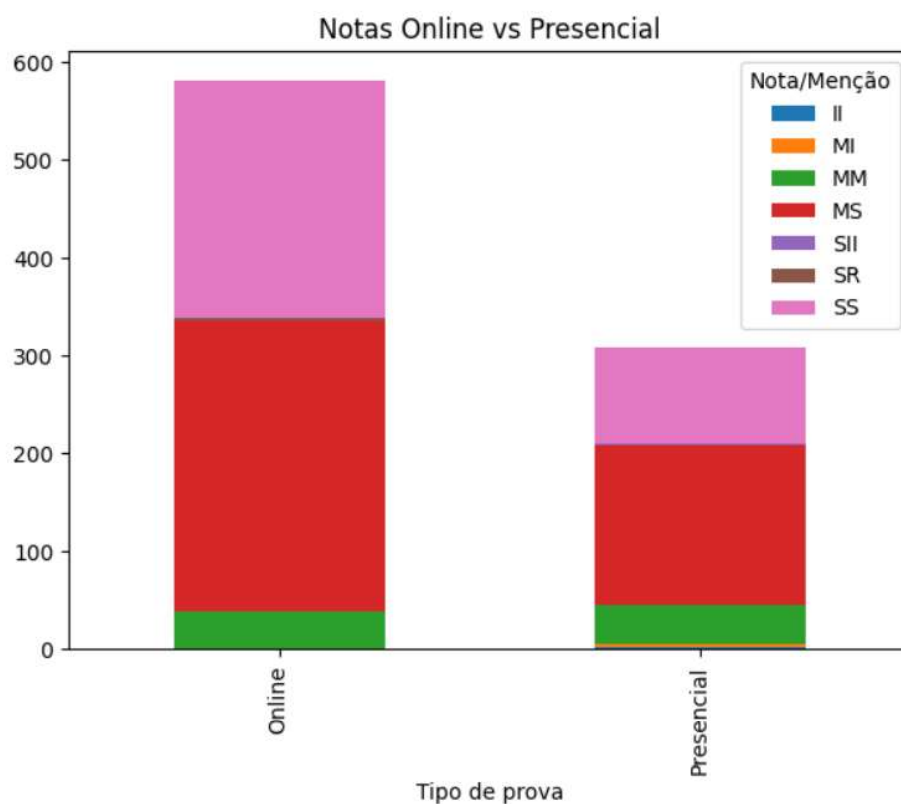


Fonte: autores.

Entre os achados mais relevantes, destacam-se ainda as comparações entre atividades em grupo e individuais, e entre provas *online* e presenciais. Observou-se que o desempenho em atividades em grupo foi superior ao desempenho individual, e que as provas realizadas em formato *online* apresentaram médias mais altas do que aquelas aplicadas presencialmente. Isso, também se viu refletido nos resultados das menções finais.

A Figura 5 apresenta a distribuição das menções finais dos estudantes em função do tipo de prova realizada (online ou presencial). É importante destacar que essas menções não refletem apenas o desempenho na prova, mas sim a avaliação global da disciplina, composta por diferentes atividades avaliativas. Ainda assim, a prova teve peso significativo na nota final, o que permite supor que seu formato pode ter exercido influência indireta nos resultados. Observa-se que o regime online concentra uma maior proporção de menções elevadas (SS e MS) em comparação ao regime presencial. Embora em ambos os formatos predominem resultados positivos, o volume total de menções finais é claramente superior nos semestres com avaliação/prova final individual online.

Figura 5— Distribuição das menções finais dos estudantes em função do tipo de prova realizada (online ou presencial).



Fonte: autores.

Esses achados sugerem que o formato da prova pode ter contribuído para a elevação das menções finais no contexto online, mesmo considerando que estas refletem o desempenho em um conjunto mais amplo de atividades. Contudo, é necessário interpretar os resultados com cautela, visto que a nota final integra múltiplas dimensões da avaliação estudantil, cujo peso relativo pode variar entre semestres ou turmas.

5. Lições aprendidas e conclusão

A experiência analisada ao longo de seis semestres consecutivos evidenciou que a aplicação consistente de uma abordagem híbrida, ativa e baseada em projetos contribui significativamente para tornar o ensino de disciplinas técnicas mais dinâmico, engajador e conectado à realidade profissional. A integração entre conteúdos teóricos e práticos, o uso de ferramentas digitais e a ênfase em atividades colaborativas favoreceram não apenas o desempenho acadêmico, mas também o desenvolvimento de competências essenciais para a atuação de futuros engenheiros em um cenário cada vez mais complexo.

Entre as principais lições aprendidas, destaca-se a importância da autonomia e da flexibilidade proporcionadas pelas videoaulas assíncronas, que permitiram aos alunos se prepararem previamente e aproveitarem melhor os encontros presenciais para discussões aprofundadas, além de melhorar a acessibilidade de alunos laudados.

Da mesma forma, os seminários, as apresentações em grupo e as atividades com o modelo *Canvas* mostraram-se estratégias eficazes para estimular a comunicação, a criatividade, o pensamento crítico e a capacidade de propor soluções — habilidades centrais para a formação de engenheiros alinhados à Indústria 5.0. Uma dificuldade encontrada nesse método, está na avaliação dos estudantes individualmente. Logo, isso está sendo superado pela avaliação individual ao final da disciplina com todo o conteúdo trabalhado.

A análise dos resultados obtidos reforça que a aprendizagem colaborativa e o uso contextualizado de ferramentas digitais não apenas aumentam o engajamento dos estudantes, mas também ampliam sua visão sistêmica e sua capacidade de adaptação — características essenciais para profissionais que precisam atuar em ambientes tecnológicos, sustentáveis, interdisciplinares e centrados no ser humano.

No entanto, com a chegada das ferramentas de IA, como o caso do chatgpt da Open IA em 2022 (Zhao et al., 2025), os questionários individuais que não são considerados na média final, mas que contribuem bastante para a compreensão do conteúdo após assistir as videoaulas, estão cada vez mais sendo respondidos através dessas ferramentas. Logo, isso é algo ainda a ser aperfeiçoado. Talvez uma possível solução seria a utilização dessas ferramentas na sala de aula, discutindo as respostas oferecidas pela IA, ou ainda, cobrar as entregas em via manuscrita.

Assim, conclui-se que a experiência metodológica aplicada na disciplina de Organização Industrial não apenas contribuiu para o aprendizado dos conteúdos curriculares, mas também avançou na direção de uma formação mais integrada e transformadora, apesar das dificuldades encontradas. Trata-se de um modelo replicável e escalável, que pode inspirar outras iniciativas comprometidas com a preparação de engenheiros 5.0: profissionais éticos, criativos, colaborativos e tecnicamente competentes para enfrentar os desafios da indústria do futuro. Elementos como videoaulas assíncronas, projetos em grupo, uso de modelos *Canvas* e avaliações diversificadas podem ser replicados em

diferentes contextos, ajustando-se apenas o conteúdo específico e os objetivos de aprendizagem. Assim, outras disciplinas podem se beneficiar do aumento do engajamento dos estudantes, da integração de competências técnicas e humanas, e do estímulo à autonomia e à aprendizagem contextualizada.

Além do aprendizado de conteúdos específicos, a metodologia aplicada favoreceu o desenvolvimento de competências transversais como colaboração, comunicação, pensamento crítico e criatividade. Esses aspectos são essenciais em qualquer disciplina que vise formar profissionais preparados para ambientes complexos e interdisciplinares.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade de Brasília e ao Departamento de Engenharia de Produção pelo apoio institucional durante o desenvolvimento desta disciplina.

Referências Bibliográficas

- Arregi, A., Eguren, J. A., Retegi, J., Ibarra, D., & Igartua, J. I. (2025). Instructional Design as a Key Factor for Industry 5.0 Engineering Education. *Procedia Computer Science*, 253, 985–994. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.160>
- Grabowska, S., Saniuk, S., & Gajdzik, B. (2022). Industry 5.0: improving humanization and sustainability of Industry 4.0. *Scientometrics*, 127(6), 3117–3144. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04370-1>
- Gürdür Broo, D., Kaynak, O., & Sait, S. M. (2022). Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 25, 100311. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100311>
- Heidemann Lassen, A., & Waehrens, B. V. (2021). Labour 4.0: developing competences for smart production. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 14(4), 659–679. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-11-2019-0064>
- Lantada, A. D. (2020). Engineering Education 5.0: Continuously Evolving Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 36(6), 1814–1832.
- Le, V. T., Nguyen, N. H., Tran, T. L. N., Nguyen, L. T., Nguyen, T. A., & Nguyen, M. T. (2022). The interaction patterns of pandemic-initiated online teaching: How teachers adapted. *System*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.system.2022.102755>
- Mushtaha, E., Abu Dabous, S., Alsayouf, I., Ahmed, A., & Raafat Abdraboh, N. (2022). The challenges and opportunities of online learning and teaching at engineering and theoretical colleges during the pandemic. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(6), 101770. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101770>
- Saguy, I. S., Silva, C. L. M., & Cohen, E. (2025). Innovative curriculum strategies for managing the future of food science, technology and engineering education. *Journal of Food Engineering*, 392, 112474. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2025.112474>
- Smith, Y., Chen, Y. J., & Warner-Stidham, A. (2021). Understanding online teaching effectiveness: Nursing student and faculty perspectives. *Journal of Professional Nursing*, 37(5), 785–794. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2021.05.009>
- Straub, L., Hartley, K., Dyakonov, I., Gupta, H., van Vuuren, D., & Kirchherr, J. (2023). Employee skills for circular business model implementation: A taxonomy. *Journal of Cleaner Production*, 410, 137027. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137027>
- Suto, Y., Moriya, H., Ikenoue, Y., & Sasaki, Y. (2025). Developing future engineering leaders: Evaluating a novel entrepreneurship education course. *The International Journal of Management Education*, 23(2), 101084. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.101084>
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>
- Zhao, W. X., Zhou, K., Li, J., Tang, T., Wang, X., Hou, Y., Min, Y., Zhang, B., Zhang, J., Dong, Z., Du, Y., Yang, C., Chen, Y., Chen, Z., Jiang, J., Ren, R., Li, Y., Tang, X., Liu, Z., ... Wen, J.-R. (2025). A Survey of Large Language Models.